

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЁГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

---

Кафедра «Химия»

*доц. Гарибян И.И.*

# РЕФЕРАТ

на тему:

# Химические элементы в организме человека

Ташкент - 2014

## **ВВЕДЕНИЕ**

Многие учёные считают, что в живом организме не только присутствуют все химические элементы, но каждый из них выполняет определённую биологическую функцию. Достоверно установлена роль около 30 химических элементов, без которых организм человека не может нормально существовать. Эти элементы называют жизненно необходимыми.

Организм человека состоит на 60% из воды, 34% приходится на органические и 6% - на неорганические вещества. Основными компонентами органических веществ являются углерод, водород и кислород, в их состав также входят азот, фосфор и сера. В неорганических веществах человека обязательно присутствуют 22 химических элемента: Ca, P, O, Na, Mg, S, B, Cl, K, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cr, Si, I, F, Se. Учёные договорились, что если массовая доля элемента в организме превышает  $10^{-2}$  %, то его следует считать макроэлементом. Доля микроэлементов в организме человека  $10^{-3}$  -  $10^{-5}$ %. Если содержание элемента ниже  $10^{-5}$  %, его считают ультрамикроэлементом.

## **МАКРОЭЛЕМЕНТЫ.**

К макроэлементам относятся K, Na, Ca, Cl. Например, при весе человека 70 кг, в нём содержится (в граммах): кальция 1700, калия 250, натрия 70.

## **КАЛЬЦИЙ**

Большое содержание кальция в организме человека объясняется тем, что он в значительном количестве содержится в костях в виде гидроксофосфат кальция  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  и его суточное потребление составляет для взрослого человека 800-1200 мг. Концентрация ионов кальция в плазме крови поддерживается очень точно на уровне 9-11 мг% и у здорового человека редко колеблется больше чем на 0,5 мг% выше или нормального уровня, являясь одним из наиболее точно регулируемых факторов внутренней среды. Узкие границы, в пределах которых колеблется содержание кальция в крови, обусловлены взаимодействием двух гормонов паратгормона и тирокальцитонина. Падение уровня кальция в крови приводит к усилению

внутренней секреции околощитовидных желез, что сопровождается увеличением поступления кальция в кровь из его костных депо. Наоборот, повышение содержания этого электролита в крови угнетает выделение паратгормона и усиливает образование тирокальцитонина из парафолликулярных клеток щитовидной железы, в результате чего снижается количество кальция в крови. У человека при недостаточной внутрисекреторной функции околощитовидных желез развивается гипопаратериоз с падением уровня кальция в крови. Это вызывает резкое повышение возбудимости центральной нервной системы, что сопровождается приступами судорог и может привести к смерти. Гиперфункция околощитовидных желез вызывает увеличение содержания кальция в крови и уменьшение неорганического фосфата, что сопровождается разрушением костной ткани (остеопороз), слабостью в мышцах и болями в конечностях.

### **НАТРИЙ и КАЛИЙ**

Жизненно необходимые элементы натрия и калий функционируют в паре. Надёжно установлено что скорость диффузии ионов Na, и K через мембрану в покое мала, разность их концентрации вне клетки и внутри должна была в конечном итоге выровняться, если бы в клетке не существовало специального механизма, который обеспечивает активное выведение («выкачивание») из протоплазмы проникающих в неё ионов натрия и введение («нагнетание») ионов калия. Этот механизм получил название натрий калиевого насоса.

Для того чтобы сохранялась ионная асимметрия, натрий - калиевый насос должен выкачивать против градиента концентрации из клетки ионы натрия и нагнетать в неё ионы калия и, следовательно, совершать определённую работу.

Непосредственным источником энергии для работы насоса является расщепление богатых энергией фосфорных соединений АТФ, которое происходит под влиянием фермента аденозинтрифосфатазы, локализованной в мембране и активируемой ионами натрия и калия. Торможение активности этого фермента, вызываемое некоторыми веществами и приводит к нарушению работы насоса. Интересно, что по мере старения организма градиент

концентрации ионов калия и натрия на границе клеток падает, а при наступлении смерти выравнивается

### **МИКРОЭЛЕМЕНТЫ.**

К ним относится отмеченный выше ряд 22 химических элементов, обязательно присутствующих в организме человека. Заметим, что большинство из них металлы, а из металлов основным является железо.

### **ЖЕЛЕЗО**

Несмотря на то, что содержание железа в человеке массой 70кг не превышает 5г и суточное потребление 10-15мг, оно играет особую роль в жизни деятельности организма

Железо занимает совершенно особое место, так как на него не распространяется действие секреторной системы. Концентрация железа регулируется исключительно его поглощением, а не выделением. В организме взрослого человека около 65% всего железа содержится в гемоглобине и миоглобине, большая часть оставшегося запасается в специальных белках (ферритине и гемосидерине), и только очень небольшая часть находится в различных ферментах и системах транспорта.

### **Гемоглобин и миоглобин.**

Гемоглобин выполняет в организме важную роль переносчика кислорода и принимает участие в транспорте углекислоты. Общее содержание гемоглобина равно 700г, а кровь взрослых людей содержит в среднем около 14-15%.

Гемоглобин представляет собой сложное химическое соединение (молекулярный вес 68 800). Он состоит из белка глобина и четырёх молекул гема. Молекула гема, содержащая атом железа, обладает способностью присоединять и отдавать молекулу кислорода. При этом валентность железа, к которому присоединяется кислород, не изменяется, т. е. железо остаётся двухвалентным.

Оксигемоглобин несколько отличается по цвету от гемоглобина, поэтому артериальная кровь, содержащая оксигемоглобин, имеет ярко-алый цвет. При этом тем более яркий, чем полнее произошло её насыщение кислородом.

Венозная кровь, содержащая большое количество восстановленного гемоглобина, имеет тёмно вишнёвый цвет.

Метгемоглобин является окислительным гемоглобином, при образовании которого меняется валентность железа: двухвалентное железо, входящее в молекулу гемоглобина, превращается в трёхвалентное. В случае большого накопления в организме метгемоглобина отдача кислорода тканям становится невозможной и наступает смерть от удушья.

Карбоксигемоглобин представляет собой соединение гемоглобина с угарным газом. Это соединение примерно в 150-300 раз прочнее, чем соединение гемоглобина с кислородом. Поэтому примесь даже 0,1% угарного газа во вдыхаемом воздухе ведёт к тому, что 80% гемоглобина оказываются связанными с окисью углерода и не присоединяют кислород, что является опасным для жизни.

Миоглобин. В скелетной и сердечной мышце находится миоглобин. Он способен связывать до 14% общего количества кислорода в организме. Это его свойство играет важную роль в снабжении кислородом работающих мышц. Если при сокращении мышцы кровеносные капилляры её сжимаются и кровоток в некоторых участках мышцы прекращается, в течение некоторого времени сохраняется снабжение мышечных волокон кислородом.

### **Трансферрин.**

Трансферрин класс железо связывающих молекул. Наиболее изученный - это трансферрин сыворотки является транспортным белком, переносящим железо из обломков гемоглобина селезёнки и печени в костный мозг, где на специальных его участках вновь синтезируется гемоглобин. Весь сывороточный трансферрин, одновременно связывая только 4 мг железа, ежедневно переносит в костный мозг около 40 мг железа весьма существенное доказательство его эффективности как транспортного белка. Больные с генетически обусловленными нарушениями синтеза трансферрина страдают железодефицитной анемией, нарушениями иммунной системы и интоксикацией от избытка железа!

Трансферрин это гликопротеин с молекулярной массой около 80 000. Он состоит из одной полипептидной цепи, свёрнутой так, что она образует два компактных участка, каждый из которых способен связывать по одному иону железа (III). Правда, связывание железа возможно лишь при связывание аниона. В отсутствие подходящего аниона катион железа не присоединяется к трансферрину. В большинстве случаев в природе для этого используется карбонат, хотя активировать центр связывание металла способны и другие анионы, например оксалат, малонат, и цитрат.

Высокая устойчивость комплекса железа с трансферрином делает его отличным переносчиком, но зато и выдвигает проблему высвобождения железа из комплекса. Многие из хороших хелатирующих агентов малопригодны в качестве посредников при высвобождение железа. Наиболее эффективным из них оказался пирофосфат. Принимая во внимание существенную роль в связывание железа с трансферрином, было бы логически предложить, что удаление аниона должно лежать в основе любого механизма высвобождение железа, однако никакой корреляции между способностью замещать карбонат в трансферриновом комплексе и их эффективностью как посредника в освобождение железа не найдено. В транспортной системе микробов отдача ионов железа переносчиком вызывается восстановлением их до Fe (II), но, как достоверно установлено, из трансферрина железо высвобождается в виде Fe (III).

### **Ферритин.**

В органах млекопитающих железо в основном запасается в двух формах ферритине и гемосидерине. Гемосидерин изучен не достаточно хорошо и, возможно, является продуктом распада ферритина. Ферритин в настоящее время охарактеризован довольно полно. Это водо-растворимый белок, состоящий из 24 одинаковых субъединиц, которые составляют пустотелую сферическую оболочку. Во внутренней полости находится мицелярное ядро, содержание железа в котором примерно 57%. Мицела может содержать до 4500 атомов железа, если ферритин полностью насыщен железом (что не является

обязательным). Белковую оболочку пронизывают шесть каналов, которые служат для приёма и отдачи железа.

Приём железа происходит при каталитическом окислении апоферритином Fe (II) в Fe (III), а высвобождение при восстановлении Fe (III) восстановленными флавинами. В большинстве клеток синтез ферритина значительно ускоряется в присутствии железа; в клетках печени крыс синтез субъединиц проходит за 2-3 мин.

## **МЕДЬ**

Недостаток в организме меди приводит к деструкции кровеносных сосудов, патологическому росту костей, дефектам в соединительных тканях. Кроме того, считают, что дефицит меди служит одной из причин раковых заболеваний. В некоторых случаях поражение легких раком у людей пожилого возраста врачи связывают с возрастным понижением меди в организме. Много известно и о транспорте меди в организме. Значительная часть меди находится в форме церулоплазмينا. Содержание меди в организме варьируется от 100 до 150 мг с наибольшей концентрацией в стволе мозга. Большой расход меди ведёт к дефициту и неблагоприятен для человека. Прогрессирующее заболевание мозга у детей (синдром Менкеса) связано с дефицитом меди, так как при этом заболевании не хватает медьсодержащего фермента. Некоторые улучшения в состоянии этих больных было получено при введении меди. Избыточное количество меди в организме также неблагоприятно и ведёт к развитию тяжелых заболеваний. При болезни Вильсона содержание меди увеличивается практически в 100 раз по сравнению с нормой. Медь обнаруживается во многих тканях, но особенно её много в печени, почках и мозге. Её можно увидеть на роговице в виде коричневых или зелёных кругов. В настоящее время установлено, что первоначально избыточные концентрации меди возникают в печени, затем в нервной системе, проявление расстройства этих органов наступают в том же порядке. Симптомы болезни Вильсона включают цирроз печени, нарушение координации, сильный тремор, прогрессирующее разрушение зубов. Степень выраженности симптомов зависит от количества

содержание меди. Уменьшение клинической симптоматики может быть достигнуто использованием хелатирующих агентов, выводящих излишки запасов меди. Сам факт исчезновения симптомов после подобной терапии означает, что разрушение мозга является больше биологическим процессом, нежели структурным.

Несмотря на генетически зависимую природу заболевания, отложение меди в тканях наблюдается не всегда. Медь откладывается в определённые медь-протеины печени, при болезни Вильсона происходит нарушение в синтезе апоцерулоплазмина таким образом, что медь не может связываться с этими белками и начинает откладываться в других местах. Понятно, что это не может служить единственным объяснением, так как у ряда пациентов уровень церулоплазмина понижен незначительно. Кроме того, в больших количествах медь обнаруживается в печени новорождённых, причём 2% общего количества меди связано с белком. Через три месяца концентрация снижается до нормального уровня, с того времени печень способна синтезировать белок церулоплазмин. Существует другая точка зрения на болезнь Вильсона: структура белка металлотеонина при болезни Вильсона нарушена, и это ведёт к повышенному связыванию ионов меди, что в свою очередь ведёт к нарушению запасов и транспорта меди в организме. У пациентов с болезнью Вильсона было продемонстрировано повышенное связывание меди металлотионеином.

При лечении болезни Вильсона употребляют пищу, бедную медью, и применяют хелатирующие агенты, особенно пеницилламин.

При многих других заболеваниях наблюдается увеличение меди сыворотки: так при инфекционном гепатите наблюдается увеличение сыворотки меди в 3 раза по сравнению с нормой 350мкг/100мл. это связано с накоплением церулоплазмина. Повышение меди в крови встречается при таких заболеваниях, как лейкемия, лимфома, ревматоидный артрит, цирроз, нефрит. Высокий уровень меди может быть связан с различными явлениями, и обнаружение высоких концентраций меди сыворотки представляет диагностическую ценность только при одновременном рассмотрении с данными других

исследований. Анализ концентрации ионов меди необходимо проводить для оценки эффективности лечения, так как уровень меди прямо пропорционален тяжести заболевания. Это положение верно при гепатитах и злокачественных заболеваниях.

## **ЦИНК**

Большое значение для организма человека имеет цинк, в среднем в организме находится около 3г, а суточное потребление 15мг. Дефицит цинка у человека выражается в потере аппетита, нарушении в скелете и оволосении, повреждении кожи, замедлении полового созревания. В нескольких случаях дефицит цинка привёл у людей к большим нарушениям в сенсорном аппарате, выразившимся в извращение: вкуса и запаха. У этих пациентов симптомы анорексии и нарушение физиологических отравлений могут быть сняты добавками цинка в рацион. Важную роль цинк играет в заживлении ран. При дефиците цинка этот процесс идёт медленно в следствии снижения синтеза белка и коллагена. Из этого следует, что для улучшения заживления ран в рацион больным с дефицитом элемента следует добавлять цинк.

## **Неметаллы как микроэлементы.**

Мы уделили большое внимание роли металлов. Однако необходимо учитывать, что некоторые неметаллы также являются совершенно необходимыми для функционирования организма.

## **КРЕМНИЙ**

Кремний является также необходимым микроэлементом. Это было подтверждено тщательным изучением питания крыс с использованием различных диет. Крысы заметно прибавили в весе при добавлении метасиликата натрия ( $\text{Na}_2(\text{SiO}_3) \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) в их рацион (50мг на 100г). цыплятам и крысам кремний нужен для роста и развитие скелета. Недостаток кремния приводит к нарушению структуры костей и соединительной ткани. Как выяснилось кремний присутствует в тех участках кости, где происходит активная кальцинация, например в кости образующих клетках, остеобластах. С возрастом концентрация кремния в клетках падает.

О том, в каких процессах участвует кремний в живых системах, известно мало. Там он находится в виде кремневой кислоты и, наверное, участвует в реакциях сшивки углеводов. У человека богатейшим источником кремния оказалась гиалуроновая кислота пуповины. Она содержит 1,53мг свободного и 0,36мг связанного кремния на один грамм.

## **СЕЛЕН**

Недостаток селена вызывает гибель клеток мышц и приводит к мускульной, в частности сердечной, недостаточности. Биохимическое изучение этих состояний привело к открытию фермента глутатионпероксидазе, разрушающей пероксида. Недостаток селена ведет к уменьшению концентрации этого фермента, что в свою очередь вызывает окисление липидов. Способность селена предохранять от отравления ртутью хорошо известна. Гораздо менее известен тот факт, что существует корреляция между высоким содержанием селена в рационе и низкой смертностью от рака. Селен входит в рацион человека в количестве 55-110мг в год, а концентрация селена в крови составляет 0,09-0,29мкг/см. При приёме внутрь селен концентрируется в печени и почках. Ещё один пример защитного действия селена от интоксикации лёгкими металлами является его способность предохранять от отравления соединениями кадмия. Оказалось, что как и в случае с ртутью, селен вынуждает эти токсические ионы связываться с ионными активными центрами, с теми, на которое их токсическое действие не влияет.

## **МЫШЬЯК**

Несмотря на хорошо известные токсические действия мышьяка и его соединений, имеются достоверные данные согласно которым недостаток мышьяка приводит к понижению рождаемости и угнетению роста, а добавление в пищу арсенита натрия привело к увеличению скорости роста у человека.

## **ХЛОР и БРОМ**

Анионы галогенов отличаются от всех тем, что они представляют собой простые, а не оксоанионы. Хлор распространён чрезвычайно широко, он способен проходить сквозь мембрану и играет важную роль в поддержание осмотического равновесия. Хлор присутствует в виде соляной кислоты в желудочном соке. Концентрация соляной кислоты в желудочном соке человека равна 0,4-0,5%.

По поводу роли брома как микроэлемента существуют некоторые сомнения, хотя достоверно известно его седативное действие.

## **ФТОР**

Для нормального роста фтор совершенно необходим, и его недостаток приводит к анемии. Большое внимание было уделено метаболизму фтора в связи с проблемой кариеса зубов, так как фтор предохраняет зубы от кариеса.

Кариес зубов изучен достаточно подробно. Он начинается с образования на поверхности зуба пятна. Кислоты, вырабатываемые бактериями, растворяют под пятном зубную эмаль, но, как ни странно, не с её поверхности. Часто верхняя поверхность остаётся неповреждённой до тех пор, пока участки под ней не окажутся полностью разрушенными. Предполагается, что на этой стадии фторид ион может облегчать образования апатита. Таким образом совершается реминерализация начавшегося повреждения.

Фтор используют для предотвращения разрушений зубной эмали. Можно вводить фториды в зубную пасту или же непосредственно обрабатывать ими зубы. Концентрация фтора, необходимая для предотвращения кариеса, составляет в питьевой воде около 1мг/л, но уровень потребления зависит не только от этого. Применение высоких концентраций фторидов (более 8мг/л) может неблагоприятным образом повлиять на тонкие равновесные процессы образования костной ткани. Чрезмерное поглощение фторидов приводит к фторозу. Фтороз приводит к нарушениям в работе щитовидной железы, угнетению роста и поражению почек. Длительное воздействие фтора на организм приводит к минерализации тела. В итоге деформируются кости, которые даже могут срастись, и происходит кальцификация связок.

## **ЙОД**

Основной физиологической роль йода является участие в метаболизме щитовидной железы и присущих ей гормонах. Способность щитовидной железы аккумулировать йод присуща также слюнным и молочным железам. А также некоторым другим органам. В настоящее время, однако, считают, что ведущую роль йод играет только в жизни деятельности щитовидной железы.

Недостаток йода приводит к возникновению характерных симптомов: слабости, пожелтению кожи, ощущение холода и сухости. Лечение тиреоидными гормонами или йодом устраняет эти симптомы. Недостаток тиреоидных гормонов может привести к увеличению щитовидной железы. В редких случаях (отягощение в организме различных соединений, мешающих поглощению йода, например, тиоцианата или антитиреоидного агента гоитрина, имеющегося в различных видах капусты) образуется зоб. Недостаток йода особенно сильно отражается на здоровье детей они отстают в физическом и умственном развитии. Йод дефицитная диета во время беременности приводит к рождению гипотиреоидных детей (кретинов).

Избыток гормонов щитовидной железы приводит к истощению, нервозности, тремору, потере веса и повышенной потливости. Это связано с увеличением пероксидазной активности и вследствие этого с увеличением йодирования тиреоглобулинов. Избыток гормонов может быть следствием опухоли щитовидной железы. При лечении используют радиоактивные изотопы йода, легко усваивающиеся клетками щитовидной железы.

### **ВЫВОДЫ:**

- 1) неорганические соединения, составляющие только 6% от общего веса человека, являются незаменимыми веществами, обеспечивающие гомеостаз организма.
- 2) Все химические элементы делятся на макро-, микро- и ультрамикро элементы.
- 3) любое изменение содержания химических веществ, как в сторону увеличения, так и уменьшению ведет к нарушению обмена веществ

### **Список литературы:**

- 1) Зубков А.А. и Коцицкий Г.И. Внутренняя секреция. Физиология человека.  
М.: Медицина.
- 2) Косицкий Г.И. Физиология системы крови. Физиология человека.  
М.: Медицина..
- 3) Ходоров Б.И. Общая физиология возбудимых тканей Физиология человека.  
М.: Медицина.
- 4) Хьюз М. Неорганическая химия биологических процессов. М. Мир.
- 5) <http://works.tarefer.ru/94/100255/index.html>